

f

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-074966

(43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/28

(21)Application number : 11-252166

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 06.09.1999

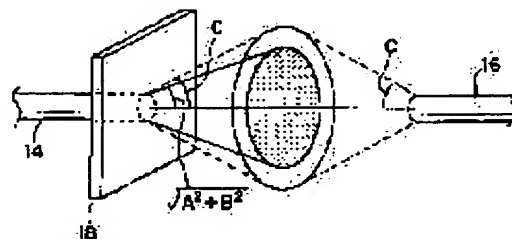
(72)Inventor : HAMADA TSUTOMU
TAKANASHI TADASHI
HIROTA MASANORI

(54) OPTICAL BRANCHING/COUPLING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make reducible or preventible the loss of light caused by the diffusion of a light diffusing part.

SOLUTION: Light transmitted an entrance side optical fiber 14 outgoes from the optical fiber 14 at the diffusing angle $A=18.7$ degrees, then enters a light diffusion part. When parallel light enters the light diffusing part 18, the parallel light is diffused into the diffusing angle $B=20$ degrees by the diffusing characteristics of the Gaussian distribution. When the diffusion light of the diffusing angle $A=18.7$ degrees enters the light diffusing part 18, the diffusing light is further diffused into the diffusing angle 27.3 degrees. Hereupon, since the angle C decided by the numerical aperture NA of an entrance side optical fiber 16 is set to 27.3 degrees or more, light diffused by the light diffusing part 18 is totally reflected within the optical fiber 16.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The translucency medium which transmits the light diffused in this optical diffusion section while having the optical diffusion section which diffuses incident light with the diffusion property of Gaussian distribution, At least one or more incidence light guide lines which transmits light to said optical diffusion section, and at least one or more outgoing radiation light guide lines which transmit the light by which outgoing radiation was carried out from said translucency medium, The include angle C decided by numerical aperture of said outgoing radiation light guide line is a formula (1) to B whenever [diffusion angle / of the diffused light diffused in this optical diffusion section when the divergence include angle A of light and parallel light which are the optical branching coupler which consisted of *****, and are emitted in said incidence light guide line carry out incidence to said optical diffusion section].

[Equation 1]

$$\sqrt{A^2 + B^2} \leq C \quad (1)$$

The optical branching coupler characterized by being satisfied.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical branching coupler which branches a lightwave signal to two or more optical fibers, or brings together the lightwave signal from two or more optical fibers in one lightwave signal.

[0002]

[Description of the Prior Art] The multimicroprocessor system which combined two or more microprocessors is increasing in recent years, and an optical fiber came to be used as the data transmission line of this interprocessor. Here, in order to connect two or more interprocessors using an optical fiber, the optical branching coupler which branches to two or more optical fibers, or brings together the lightwave signal from two or more optical fibers in one optical fiber is needed.

[0003] As a conventional technique, as shown in drawing 7, the optical branching coupler 60 is indicated by JP,7-209543,A. This optical branching coupler 60 equips the four-directions side of the core section 50 with a large refractive index with the mixing section 56 which the clad section 52 of a refractive index smaller than the refractive index of the core section 50 joined optically. Moreover, the reflector 54 is formed in one end face of this mixing section 56. And two or more optical fibers 58 which transmit a lightwave signal have combined with the end face in which the reflector 54 of the mixing section 56 was formed, and the end face which faces each other optically. With this optical branching coupler 60, one input beam of light can be branched with high degree of accuracy to the beam of light of the number of arbitration by taking the die length of the mixing section 56 enough.

[0004] Moreover, as shown in drawing 8, the optical branching coupler 74 is indicated by JP,9-184941,A. This optical branching coupler 74 is equipped with the bundle section 68 which bundled the optical fiber 62 and was fixed, and the light reflex means 66 is formed in a part of that end face 64. And the mixing section 70 is in contact with the end face 64 of this bundle section 68. Furthermore, the optical diffuse reflection means 72 is arranged in the other-end side of the mixing section 70. Since the multiple echo of it is carry out in the mixing section 70 and the lightwave signal inputted since the light reflex means 66 of a bundle side mirror was formed in the field which the bundle section 68 and the mixing section 70 join the whole surface other than the core part of the optical fiber 62 of the bundle section 68 is not emit outside in any forms other than output light until it serves as output light, it is small in loss, and in this optical branching coupler 74, a lightwave signal can transmit efficiently.

[0005] In addition, although not illustrated, the optical star coupler which branches to two or more optical fibers is proposed by diffusing the lightwave signal by which incidence was carried out to the translucency medium from two or more optical fibers by the optical diffusion section, and transmitting it by low cost, as an optical branching coupler which performs low loss branching association. In this optical branching coupler, in order to make a branching ratio into homogeneity, it has prepared combining the mixing section and the optical diffusion section.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when light guide lines, such as an optical fiber, are combined with the optical diffusion section, a problem as shown below occurs.

[0007] That is, outgoing radiation of the light by which the light guide was carried out with the optical fiber is carried out at the include angle decided by the numerical aperture NA. Although the light by which outgoing radiation was carried out with this optical fiber is diffused in the optical diffusion section, in order to lessen loss, when it is going to gather permeability in the case of the optical diffusion section of a transparency mold, it comes to have directivity in that diffusion property. When directivity is in the

diffusion property of the optical diffusion section, there is inconvenience from which the diffusion property of the optical diffusion section differs by the case where incidence of the parallel light is carried out, and the case where incidence of the divergence light is carried out.

[0008] Here, as shown in drawing 6 (A), the divergence include angle of the outgoing radiation light from the optical fiber 76 by the side of incidence is decided by the numerical aperture NA of an optical fiber 76, and sets this divergence include angle with A (A of numerical-aperture $NA = \sin A$ is pointed out). Moreover, as shown in drawing 6 (B), a diffusion angle in case the parallel light L carries out incidence to the optical diffusion section 78 with the diffusion property of Gaussian distribution is set with B.

[0009] When the light emitted at the divergence include angle A carries out incidence to the optical diffusion section 78 at this time, light is a formula (2) as shown in drawing 6 (C).

[Equation 2]

$$\sqrt{A^2 + B^2} \quad (2)$$

It is spread in *****.

[0010] If it follows, for example, the numerical aperture NA of the optical fiber 76 by the side of incidence and the optical fiber 80 by the side of outgoing radiation uses the same thing The diffusion angle of the light which penetrated the optical diffusion section 78 becomes larger than the include angle A decided by numerical aperture of the optical fiber 80 by the side of outgoing radiation. The light (slash section in drawing) of the part used as a bigger include angle than the include angle A decided by the numerical aperture NA of the optical fiber 80 by the side of outgoing radiation will be lost without carrying out total reflection within an optical fiber 80, even if it carries out incidence to 80 in an optical fiber.

[0011] Then, this invention makes it a technical problem to offer reduction thru/or the optical branching coupler to lose for loss of the light produced by diffusion of the optical diffusion section by carrying out total reflection of all the light diffused in the optical diffusion section in an outgoing radiation light guide line.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The translucency medium which transmits the light diffused in this optical diffusion section while having the optical diffusion section which an optical branching coupler according to claim 1 has the diffusion property of Gaussian distribution, and diffuses incident light, At least one or more incidence light guide lines which transmits light to the optical diffusion section, and at least one or more outgoing radiation light guide lines which transmit the light by which outgoing radiation was carried out from the translucency medium, The include angle C decided by numerical aperture of an outgoing radiation light guide line is a formula (1) to B whenever [diffusion angle / of the diffused light diffused in the optical diffusion section when the divergence include angle A of light and parallel light which are the optical branching coupler which consisted of ***** , and are emitted in an incidence light guide line carry out incidence to the optical diffusion section].

[Equation 3]

$$\sqrt{A^2 + B^2} \leq C \quad (1)$$

It is characterized by being satisfied.

[0013] According to this configuration, it emits in an incidence light guide line at the divergence include angle A (the include angle A decided by numerical aperture of an incidence light guide line), and incidence of the light which has transmitted the incidence light guide line is carried out to the optical diffusion section at this divergence include angle A.

[0014] By the way, if parallel light carries out incidence of the optical diffusion section of a translucency medium, this parallel light will be diffused at the include angle of B whenever [diffusion angle] with the Gaussian distribution property of the optical diffusion section. Therefore, when the diffused light emitted at the divergence include angle A carries out incidence to this optical diffusion section, this incident light is a formula (2).

[Equation 4]

$$\sqrt{A^2 + B^2} \quad (2)$$

It is spread in *****.

[0015] It is [Equation 5] which the include angle C (C of $NA = \sin C$ is said.) it is decided with its numerical aperture NA in this equipment that an outgoing radiation light guide line will be mentioned above here.

$$\sqrt{A^2 + B^2} \quad (2)$$

It is above.

[0016] Therefore, even if light diffuses in the optical diffusion section, this diffused light is transmitted, incidence of those all being carried out to an outgoing radiation light guide line, and total reflection being carried out in an outgoing radiation light guide line. For this reason, loss of light can be prevented. In addition, also in the case of an unit, two or more cases are sufficient as the above-mentioned incidence light guide line and an outgoing radiation light guide line.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, with reference to an accompanying drawing, the optical branching coupler concerning the 1st operation gestalt of this invention is explained. Drawing 1 is drawing showing the whole optical branching coupler configuration of this invention, (A) is the top view and (B) is a side elevation.

[0018] As shown in drawing 1, the optical mixing section 12 which is a sheet-like translucency medium, at least one or more optical fibers 14 which are the incidence light guide lines arranged at the incidence side of this optical mixing section 12, and at least one or more optical fibers 16 which are the outgoing radiation side light guide lines arranged at the outgoing radiation side of the optical mixing section 12 are combined optically as a whole, and the optical branching coupler 10 is constituted.

[0019] The optical mixing section 12 consists of a comparatively high core layer of a refractive index, and a cladding layer with a refractive index smaller than the refractive index of this core layer. The plastic sheet of width of face of 6mm, die length of 30mm, and thickness 1mm magnitude is used for the optical mixing section 12.

[0020] Moreover, the optical diffusion section 18 which diffuses the outgoing radiation light from an optical fiber 14 is formed in the incidence side of the optical mixing section 12. Had the diffusion property of Gaussian distribution, for example, this optical diffusion section 18 is Physical. Optics It is formed with the diffusion film of the transparency mold made from Corporation, and this transparency mold diffusion film has pasted the end face of the optical mixing section 12. B is 20 degrees (mesial magnitude full width becomes 40 degrees) whenever [diffusion angle / which the parallel light which carried out incidence to this optical diffusion section 18 diffuses].

[0021] On the other hand, the surroundings of the core section with a diameter of 0.98mm are given to plastics etching primer recoating around the clad section in the clad section at a package and a pan, and the optical fiber 14 which is an incidence side is constituted, and is formed with a diameter of 1mm in the shape of a cylinder as a whole. Moreover, the numerical aperture NA is 0.32.

[0022] Moreover, although the surroundings of the core section with a diameter of 0.98mm are given to plastics etching primer recoating around the clad section in the clad section at a package and a pan, the optical fiber 16 by the side of outgoing radiation is constituted and it is formed with a diameter of 1mm in the shape of a cylinder as a whole, the thing of 0.5 is used for the numerical aperture NA.

[0023] In addition, it has prevented that the signal light transmitted from the optical fiber 14 by the side of incidence loses in the optical mixing section 12 by making the numerical aperture NA of the optical mixing section 12 larger than the numerical aperture NA of the optical fiber 16 by the side of outgoing radiation.

[0024] Next, an operation and effectiveness of this operation gestalt are explained.

[0025] In the following explanation, actually, the optical fiber 14, the optical diffusion section 18, and the optical fiber 16 which are shown in drawing 2 contact, respectively, and although optical coupling is carried out, they detach and express the distance between between the expedient tops, the optical fibers 14, and the optical diffusion sections 18 of explanation, the optical diffusion section 18, and an optical fiber 16.

[0026] The signal light which carried out outgoing radiation from the light emitting device which is not illustrated is transmitted to the photo detector which diffuses in the optical diffusion section 18, carries out incidence to the optical mixing section 12, and carries out incidence to the crepuscular-rays fiber 16 and which is not illustrated, after spreading the inside of an optical fiber 14.

[0027] By the way, generally numerical aperture NA serves as an include angle it is expressed with $\sin\theta$ ($NA = \sin\theta$) and it is decided with numerical aperture NA that θ at this time will be. Therefore, the signal light which transmitted the core layer of the optical fiber 14 of a numerical aperture 0.32 is emitted at the include angle of A (A at the time of considering as $NA = \sin A$) = 18.7 divergence include angles. And incidence of the signal light is carried out to the optical diffusion section 18 as a divergence light. Here, for the optical diffusion section 18, since it has the diffusion property of Gaussian distribution, when whenever [diffusion angle / when parallel light carries out incidence to the optical diffusion section 18] is set to B , D is a formula (3) whenever [diffusion angle / when the divergence light of the divergence include angle A

carries out incidence].

[Equation 6]

$$D = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (3)$$

It becomes.

[0028] Therefore, in this operation gestalt, the signal light which carried out incidence to the optical diffusion section 18 is diffused at the include angle of $D = 27.38$ degrees whenever [diffusion angle].

[0029] Here, with this operation gestalt, the numerical aperture NA of the optical fiber 16 by the side of outgoing radiation is written as 0.5, and the include angle C (C at the time of considering as $NA = \sin C$) decided by this numerical aperture NA turns into 30 degrees, and becomes larger than $D = 27.38$ degrees whenever [diffusion angle / of the signal light diffused in the optical diffusion section 18]. For this reason, after the signal light diffused in the optical diffusion section 18 repeats total reflection within the core layer of the optical mixing section 12, incidence of it is carried out to an optical fiber 16, and it carries out total reflection within an optical fiber 16.

[0030] Thus, since total reflection can be carried out within an optical fiber 16 by making it larger than D whenever [diffusion angle / of the signal light which diffused the include angle C decided by numerical aperture of an optical fiber 16 in the optical diffusion section 18 as mentioned above], loss by diffusion of the optical diffusion section 18 can be reduced thru/or prevented.

[0031] Moreover, since the signal light which spread the optical mixing section 12 carries out total reflection of the inside of an optical fiber 16 even if the same [the include angle C decided by the numerical aperture NA of an optical fiber 16, and whenever / diffusion angle / of the signal light diffused in the optical diffusion section 18] in D, loss resulting from diffusion of the optical diffusion section 18 can be prevented.

[0032] In addition, as an incidence light guide line and an outgoing radiation light guide line, by using optical fibers 14 and 16, the transmission efficiency of signal light can be turned small up, and it is light, and is easy to bend, and arrangement degrees of freedom, such as a light emitting device, can be raised.

[0033] Next, the optical branching coupler of the 2nd operation gestalt of this invention is explained.

[0034] Although it changes to the optical mixing section 12 of the shape of a sheet of the 1st operation gestalt and differs from the optical branching coupler 10 of the 1st operation gestalt at the point using the optical cylinder-like mixing section 22 in the optical branching coupler 20 of this operation gestalt as shown in drawing 3, other configurations are the same, are omitted suitably and explained below.

[0035] Moreover, the optical diffusion section 24 whose B is 20 degrees whenever [diffusion angle] is formed in the optical mixing section 22 by the optical branching coupler 20 of this operation gestalt like the optical branching coupler of the 1st operation gestalt, further, a numerical aperture NA is used for the optical fiber 26 by the side of incidence, and the thing of 0.5 is used for the optical fiber 28 by the side of 0.32 and outgoing radiation for the numerical aperture NA.

[0036] Also in the optical branching coupler 20 of this operation gestalt, since it set up so that it might become larger than D whenever [diffusion angle / of the signal light which diffused the include angle C decided by the numerical aperture NA of the optical fiber 28 by the side of outgoing radiation in the optical diffusion section 24], the same effectiveness as the optical branching coupler 10 of the 1st operation gestalt can be acquired.

[0037] Next, the optical branching coupler concerning the 3rd operation gestalt of this invention is explained.

[0038] Moreover, as shown in drawing 4, in the optical branching coupler 30 of the 3rd operation gestalt of this invention, the optical mixing section 32 of a prism configuration is used. In addition, although the optical mixing section 32 of the square pole is used with this operation gestalt, it may not be limited to this but the thing of multiple column configurations, such as a pentagonal prism and a hexagonal prism, may be used.

[0039] Moreover, the optical diffusion section 34 whose B is 20 degrees whenever [diffusion angle] is formed in the optical mixing section 32, and a numerical aperture NA can acquire further the effectiveness as the 1st operation gestalt that a numerical aperture NA is the same by using the thing of 0.5, as an optical fiber 36 by the side of incidence as an optical fiber 38 by the side of 0.32 and outgoing radiation.

[0040] In addition, with each above-mentioned operation gestalt, although an optical fiber is used as an incidence light guide line and an outgoing radiation light guide line, if numerical aperture NA can be defined and the light guide of the light is carried out, it will not be restricted to this.

[0041] As shown in drawing 5 (B), moreover, by making the optical fiber 40 by the side of outgoing

radiation into a prism configuration The clearance (shadow area in drawing) produced when arranging the cylindrical shape-like optical fiber 42 side by side, as shown in drawing 5 (A) can be lost. Since incidence of all the signal light that carried out outgoing radiation from the optical mixing section 32 can be carried out into an optical fiber 40, joint loss with the optical mixing section 32 of a prism configuration can be reduced.

[0042] In addition, in this drawing, although the cross section of an optical fiber 40 showed the square-like thing, as long as it is not restricted to this but is arranged without a clearance, the thing of a triangle and a hexagon may be used.

[0043] In addition, although the example which branches the signal light from the optical fiber 14 by the side of incidence to two or more optical fibers 16 by the optical diffusion section 18 was shown, it is also combinable with one optical fiber 16 by mixing the signal light from two or more optical fibers 14 in the optical mixing section 12.

[0044]

[Effect of the Invention] The divergence include angle A of the light which is emitted in an incidence light guide line according to the optical branching coupler of this invention Whenever [by the diffusion property of the optical diffusion section at the time of carrying out incidence of the parallel light / diffusion angle], to B, when the include angle C decided by numerical aperture of an outgoing radiation light guide line satisfies a formula (1) Since incidence of the light which carried out outgoing radiation from the translucency medium can be carried out to an outgoing radiation light guide line, total reflection can be carried out in an outgoing radiation light guide line and it can spread, loss of the signal light produced by diffusion of the optical diffusion section can be abolished.

[Translation done.]

* NOTICES *

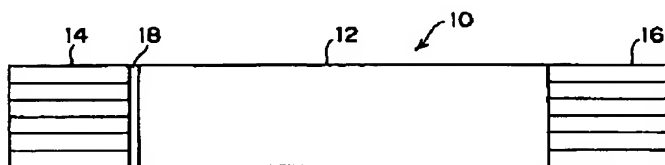
JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

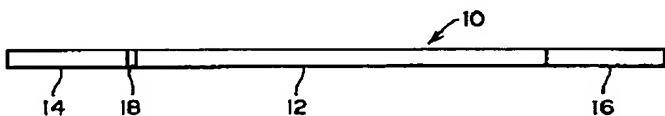
DRAWINGS

[Drawing 1]

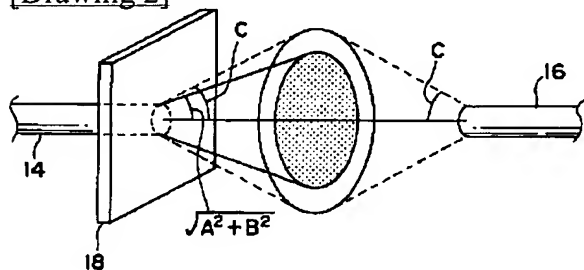
(A)



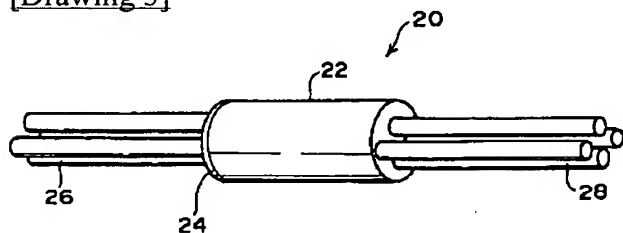
(B)



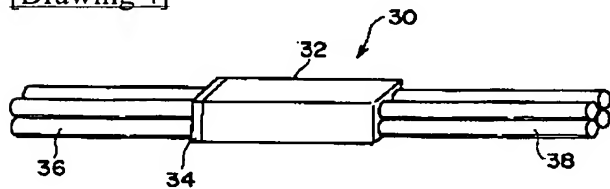
[Drawing 2]



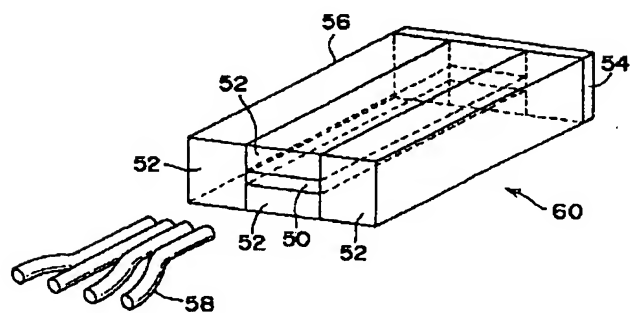
[Drawing 3]



[Drawing 4]

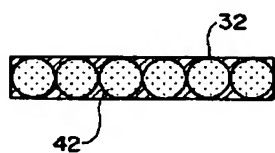


[Drawing 7]

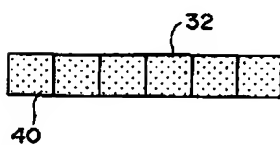


[Drawing 5]

(A)

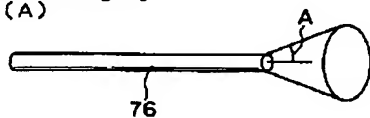


(B)

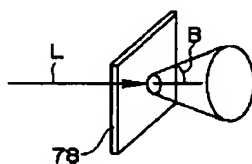


[Drawing 6]

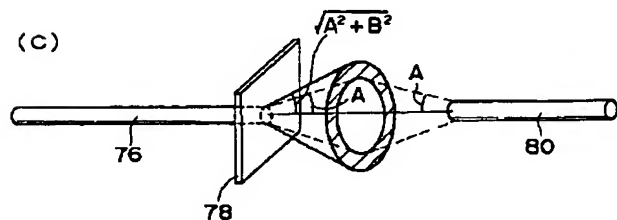
(A)



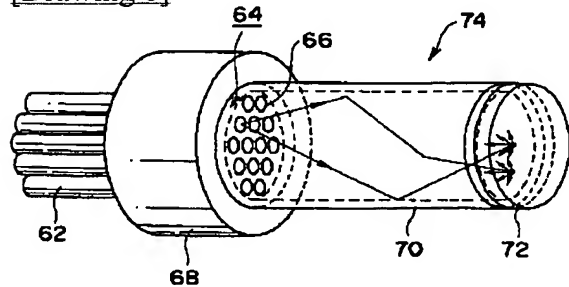
(B)



(C)



[Drawing 8]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-74966

(P2001-74966A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 2 B 6/28

識別記号

F I
G 0 2 B 6/28

テマコード* (参考)
U

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-252166
(22) 出願日 平成11年9月6日 (1999.9.6)

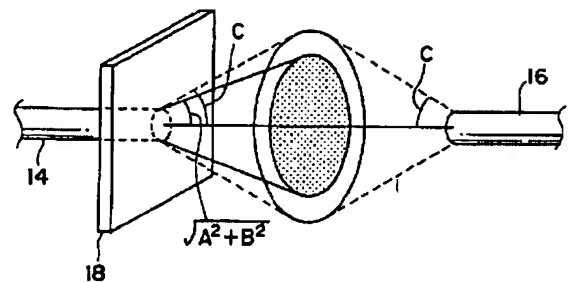
(71) 出願人 000005496
富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂二丁目17番22号
(72) 発明者 浜田 勉
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
(72) 発明者 高梨 紀
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
(72) 発明者 廣田 匡紀
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
(74) 代理人 100079049
弁理士 中島 淳 (外3名)

(54) 【発明の名称】 光分岐結合装置

(57) 【要約】

【課題】 光拡散部の拡散によって生じる光の損失を低減ないし防止することができる光分岐結合装置を得る。

【解決手段】 入射側の光ファイバ14内を伝達してきた光は、発散角度 $A=18.7$ 度で光ファイバ14を出射した後、光拡散部18に入射する。ところで、この光拡散部18に平行光が入射すると、そのガウス分布の拡散特性により、この平行光は拡散角度 $B=20$ 度に拡散される。そして、この光拡散部18に発散角度 $A=18.7$ 度の発散光が入射すると、この発散光は拡散角度 27.3 度にさらに拡散される。ここで、出射側の光ファイバ16の開口数NAで決まる角度 C を 27.3 度以上に設定したので、光拡散部18で拡散された光を光ファイバ16内で全反射させることができ、光の損失を低減ないし防止することができる。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガウス分布の拡散特性を持ち入射光を拡散する光拡散部を備えと共にこの光拡散部で拡散された光を伝送する透光性媒体と、前記光拡散部に光を伝達する少なくとも1つ以上の入射導光路と、前記透光性媒体から出射された光を伝達する少なくとも1つ以上の出射導光路と、を含んで構成された光分岐結合装置であって、前記入射導光路で発散される光の発散角度Aと、平行光が前記光拡散部に入射したときに該光拡散部で拡散される拡散光の拡散角度Bとに対し、前記出射導光路の開口数で決まる角度Cが、式(1)

【数1】

$$\sqrt{A^2 + B^2} \leq C \quad (1)$$

を満足することを特徴とする光分岐結合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光信号を複数の光ファイバに分岐したり、複数の光ファイバからの光信号を1つの光信号に集めたりする光分岐結合装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、複数のマイクロプロセッサを結合したマルチマイクロプロセッサシステムが増加しており、このプロセッサ間のデータ伝送路として、光ファイバが用いられるようになった。ここで、光ファイバを用いて複数のプロセッサ間を接続するためには、複数の光ファイバに分岐したり、複数の光ファイバからの光信号を1つの光ファイバに集めたりする光分岐結合装置が必要となる。

【0003】従来技術として、図7に示すように、特開平7-209543号公報には、光分岐結合装置60が開示されている。この光分岐結合装置60は、屈折率の大きいコア部50の上下左右面にコア部50の屈折率よりは小さい屈折率のクラッド部52が光学的に接合したミキシング部56を備えている。また、このミキシング部56の一方の端面には反射面54が形成されている。そして、ミキシング部56の反射面54が形成された端面と向かい合う端面には、光信号を伝達する複数の光ファイバ58が光学的に結合している。この光分岐結合装置60では、ミキシング部56の長さを十分とることにより、1つの入力光線を任意の数の光線に高精度で分岐することができる。

【0004】また、図8に示すように、特開平9-184941号公報には光分岐結合装置74が開示されている。この光分岐結合装置74は、光ファイバ62を束ねて固定したバンドル部68を備えており、その端面64の一部に光反射手段66が形成されている。そして、こ

2

のバンドル部68の端面64にはミキシング部70が当接している。さらに、ミキシング部70の他方の端面には光拡散反射手段72が配置されている。この光分岐結合装置74では、バンドル部68とミキシング部70の接合する面にバンドル部68の光ファイバ62のコア部分以外の全面にバンドル側ミラーの光反射手段66を形成したので、入力した光信号は、出力光となるまでミキシング部70の中で多重反射され、出力光以外の形で外部に放射されることが無いので損失を小さく、光信号を効率良く伝送できる。

【0005】その他、図示しないが、低コストで低損失な分岐結合を行う光分岐結合装置として、複数の光ファイバから透光性媒体に入射された光信号を光拡散部により拡散し、伝送することにより、複数の光ファイバに分岐する光スターカプラが提案されている。この光分岐結合装置では、分岐比を均一にするためにミキシング部と光拡散部とを組合せて設けている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、光ファイバなどの導光路を光拡散部と組合せた場合には、以下に示すような問題が発生する。

【0007】すなわち、光ファイバにより導光された光はその開口数NAによって決まる角度で出射される。この光ファイバで出射された光は光拡散部で拡散されるが、透過型の光拡散部の場合、損失を少なくするために透過率を上げようとする、その拡散特性に指向性をもつようになる。光拡散部の拡散特性に指向性がある場合には、平行光を入射した場合と、発散光を入射した場合とでは、光拡散部の拡散特性が異なってしまう不都合がある。

【0008】ここで、例えば、図6(A)に示すように、入射側の光ファイバ76からの出射光の発散角度は光ファイバ76の開口数NAによって決まり、この発散角度をA(開口数 $NA = \sin A$ のAを指す)とおく。また、図6(B)に示すように、ガウス分布の拡散特性を持つ光拡散部78に平行光Lが入射する場合の拡散角をBとおく。

【0009】このとき、発散角度Aで発散される光が光拡散部78に入射すると、図6(C)に示すように、光は式(2)

【数2】

$$\sqrt{A^2 + B^2} \quad (2)$$

の角度で拡散される。

【0010】したがって、例えば、入射側の光ファイバ76と出射側の光ファイバ80との開口数NAが同じのものを使用すると、光拡散部78を透過した光の拡散角が出射側の光ファイバ80の開口数で決まる角度Aより大きくなってしまい、出射側の光ファイバ80の開口数NAで決まる角度Aより大きな角度となった分の光(図

(3)

3

中の斜線部)は、たとえ、光ファイバ内80に入射しても光ファイバ80内で全反射することなく、損失してしまうことになる。

【0011】そこで、本発明は、光拡散部で拡散された光を全て出射導光路内で全反射させることにより、光拡散部の拡散によって生じる光の損失を低減ないしなくす光分岐結合装置を提供することを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の光分岐結合装置は、ガウス分布の拡散特性を持ち入射光を拡散する光拡散部を備え、と共にこの光拡散部で拡散された光を伝送する透光性媒体と、光拡散部に光を伝達する少なくとも1つ以上の入射導光路と、透光性媒体から出射された光を伝達する少なくとも1つ以上の出射導光路と、を含んで構成された光分岐結合装置であって、入射導光路で発散される光の発散角度Aと、平行光が光拡散部に入射したときに光拡散部で拡散される拡散光の拡散角度Bとに対し、出射導光路の開口数で決まる角度Cが、式(1)

【数3】

$$\sqrt{A^2 + B^2} \leq C \quad (1)$$

を満足することを特徴とする。

【0013】この構成によれば、入射導光路を伝達してきた光は、入射導光路で発散角度A(入射導光路の開口数で決まる角度A)で発散し、この発散角度Aで光拡散部に入射する。

【0014】ところで、透光性媒体の光拡散部は平行光が入射すると、光拡散部のガウス分布特性により、この平行光は拡散角度Bの角度に拡散される。したがって、この光拡散部に発散角度Aで発散した拡散光が入射した場合には、この入射光は、式(2)

【数4】

$$\sqrt{A^2 + B^2} \quad (2)$$

の角度で拡散される。

【0015】ここで、本装置において、出射導光路は自らの開口数NAで決まる角度C(NA=sinCのCをいう。)が、上述した

【数5】

$$\sqrt{A^2 + B^2} \quad (2)$$

以上である。

【0016】したがって、光拡散部で光が拡散されたとしても、この拡散光は、その全てが出射導光路に入射され、出射導光路内で全反射されつつ伝達される。このため、光の損失を防止することができる。なお、上記入射導光路及び出射導光路は、単数の場合でも、複数の場合でも良い。

【0017】

4

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、本発明の第1実施形態に係る光分岐結合装置について説明する。図1は本発明の光分岐結合装置の全体構成を示す図であり、(A)がその平面図、(B)が側面図である。

【0018】図1に示すように、光分岐結合装置10は、全体として、シート状の透光性媒体である光ミキシング部12と、この光ミキシング部12の入射側に配置された入射導光路である少なくとも1つ以上の光ファイバ14と、光ミキシング部12の出射側に配置された出射側導光路である少なくとも1つ以上の光ファイバ16とが光学的に結合されて構成されている。

【0019】光ミキシング部12は、屈折率の比較的高いコア層と、このコア層の屈折率よりは小さい屈折率を持つクラッド層とで構成されている。光ミキシング部12には、例えば、幅6mm、長さ30mm、厚さ1mmの大きさのプラスチックシートが用いられている。

【0020】また、光ミキシング部12の入射側には光ファイバ14からの出射光を拡散させる光拡散部18が設けられている。この光拡散部18は、ガウス分布の拡散特性を備えた、例えば、Physical Optics Corporation製の透過型の拡散フィルムで形成されており、この透過型拡散フィルムが光ミキシング部12の端面に接着されている。この光拡散部18に入射した平行光が拡散する拡散角度Bは20度(半値全角は40度となる)である。

【0021】一方、入射側の光ファイバ14は、直径0.98mmのコア部のまわりをクラッド部で包み、さらにクラッド部のまわりにはプラスチックプライマコートが施されて構成され、全体として直径1mmの円柱状に形成されている。また、その開口数NAは0.32である。

【0022】また、出射側の光ファイバ16は、直径0.98mmのコア部のまわりをクラッド部で包み、さらにクラッド部のまわりにはプラスチックプライマコートが施されて構成され、全体として直径1mmの円柱状に形成されているが、その開口数NAが0.5のものが用いられている。

【0023】なお、光ミキシング部12の開口数NAを出射側の光ファイバ16の開口数NAよりも大きくすることにより、入射側の光ファイバ14から伝達してきた信号光が光ミキシング部12において損失するのを防止している。

【0024】次に、本実施形態の作用及び効果を説明する。

【0025】以下の説明において、図2に示す光ファイバ14、光拡散部18及び光ファイバ16は、実際にはそれぞれ接触し光結合しているが、説明の便宜上、光ファイバ14と光拡散部18間、光拡散部18と光ファイバ16間の距離を離して表している。

【0026】図示しない発光素子から出射した信号光

(4)

5

は、光ファイバ14内を伝搬した後、光拡散部18で拡散されて光ミキシング部12に入射し、その後光ファイバ16に入射して図示しない受光素子まで伝達される。

【0027】ところで、一般的に、開口数NAは $\sin \theta$ ($NA = \sin \theta$) で表され、このときの θ が開口数NAで決まる角度となる。したがって、開口数0.32の光ファイバ14のコア層を伝達した信号光は、発散角度A ($NA = \sin A$ とした際のA) = 18.7度の角度で発散される。そして、信号光は、発散光として光拡散部18に入射する。ここで、光拡散部18はガウス分布の拡散特性を有しているため、光拡散部18に平行光が入射した場合の拡散角度をBとすると、発散角度Aの発散光が入射した場合の拡散角度Dは、式(3)

【数6】

$$D = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (3)$$

となる。

【0028】したがって、本実施形態では、光拡散部18に入射した信号光は、拡散角度D = 27.38度の角度で拡散される。

【0029】ここで、本実施形態では、出射側の光ファイバ16の開口数NAを0.5としたため、この開口数NAで決まる角度C ($NA = \sin C$ とした場合のC) は30度となり、光拡散部18で拡散された信号光の拡散角度D = 27.38度よりも大きくなる。このため、光拡散部18で拡散された信号光は、光ミキシング部12のコア層内で全反射を繰り返した後、光ファイバ16に入射し光ファイバ16内で全反射する。

【0030】このように、光ファイバ16の開口数で決まる角度Cを、上記のように光拡散部18で拡散された信号光の拡散角度Dよりも大きくすることにより、光ファイバ16内で全反射させることができるので、光拡散部18の拡散による損失を低減ないし防止することができる。

【0031】また、光ファイバ16の開口数NAで決まる角度Cと光拡散部18で拡散された信号光の拡散角度Dとを同じにしても、光ミキシング部12を伝搬した信号光が光ファイバ16内を全反射するため、光拡散部18の拡散に起因した損失を防止することができる。

【0032】なお、入射導光路及び出射導光路として、光ファイバ14、16を用いることにより、信号光の伝送効率を小さくすることができる上に、軽くて曲げ易く、発光素子等の配置自由度を上げることができる。

【0033】次に、本発明の第2実施形態の光分岐結合装置について説明する。

【0034】図3に示すように、本実施形態の光分岐結合装置20においては、第1実施形態のシート状の光ミキシング部12に替えて円柱状の光ミキシング部22を用いた点で第1実施形態の光分岐結合装置10と異なるが、その他の構成は同じであり、適宜省略して以下に説

6

明する。

【0035】また、本実施形態の光分岐結合装置20は、第1実施形態の光分岐結合装置と同様に、光ミキシング部22には拡散角度Bが20度の光拡散部24が形成されており、さらに、入射側の光ファイバ26には開口数NAが0.32、出射側の光ファイバ28には開口数NAが0.5のものが用いられている。

【0036】本実施形態の光分岐結合装置20においても、出射側の光ファイバ28の開口数NAで決まる角度Cを、光拡散部24で拡散された信号光の拡散角度Dよりも大きくなるように設定したので、第1実施形態の光分岐結合装置10と同様の効果を得ることができる。

【0037】次に、本発明の第3実施形態に係る光分岐結合装置について説明する。

【0038】また、図4に示すように、本発明の第3実施形態の光分岐結合装置30では、角柱形状の光ミキシング部32が用いられている。なお、本実施形態では四角柱の光ミキシング部32が用いられているが、これに限定されず、五角柱、六角柱等の多角柱形状のものでもよい。

【0039】また、光ミキシング部32には拡散角度Bが20度の光拡散部34が形成され、さらに、入射側の光ファイバ36として開口数NAが0.32、出射側の光ファイバ38として開口数NAが0.5のものをを用いることで、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0040】なお、上記各実施形態では、入射導光路及び出射導光路として光ファイバを用いたが、開口数NAが定義でき、光を導光するものであれば、これに限られるものではない。

【0041】また、図5(B)に示すように、出射側の光ファイバ40を角柱形状とすることにより、図5

(A)に示すように円柱形状の光ファイバ42を並べて配置するときに生じる隙間(図中の斜線部分)をなくすことができ、光ミキシング部32から出射した信号光をすべて光ファイバ40内に入射させることができるので、角柱形状の光ミキシング部32との結合損失を低減することができる。

【0042】なお、同図においては、光ファイバ40の断面が四角形状のものを示したが、これに限られず、隙間なく並べられるものであれば、三角形、六角形のものでもよい。

【0043】なお、入射側の光ファイバ14からの信号光を光拡散部18により複数の光ファイバ16に分岐する例を示したが、複数の光ファイバ14からの信号光を光ミキシング部12でミキシングすることにより、1つの光ファイバ16に結合することもできる。

【0044】

【発明の効果】本発明の光分岐結合装置によれば、入射導光路で発散される光の発散角度Aと、平行光を入射し

(5)

7

た場合の光拡散部の拡散特性による拡散角度Bに対して、出射導光路の開口数で決まる角度Cとが式(1)を満足することにより、透光性媒体から出射した光を出射導光路へ入射させ、出射導光路内で全反射させて伝搬することができるので、光拡散部の拡散によって生じる信号光の損失をなくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)は、本発明の第1実施形態に係る光分岐結合装置の平面図であり、(B)はその側面図である。

【図2】光拡散部により拡散された光と、出射導光路に入射することができる光の範囲との関係を示した図である。

【図3】本発明の第2実施形態に係る光分岐結合装置の全体構成図である。

【図4】本発明の第3実施形態に係る光分岐結合装置の全体構成図である。

【図5】(A)は円形断面の出射導光路を用いた場合の

8

光ミキシング部との光の結合損失を示した図であり、(B)は四角形断面の出射導光路を用いた場合の図である。

【図6】(A)は入射導光路で発散された発散光を示した図であり、(B)は光拡散部に平行光が入射した場合に拡散された拡散光を示した図であり、(C)は光拡散部に発散光が入射した場合に拡散された拡散光を示した図である。

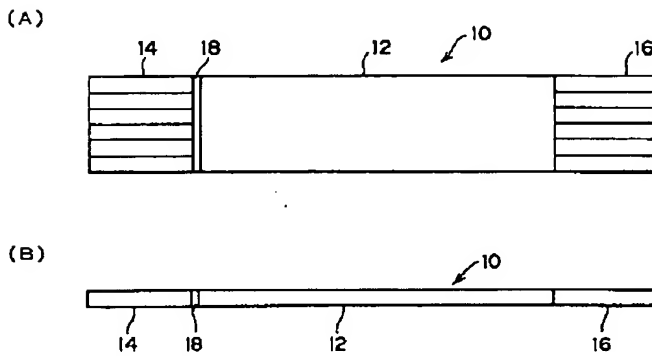
【図7】従来の光分岐結合装置の全体構成図である。

【図8】従来の光分岐結合装置の全体構成図である。

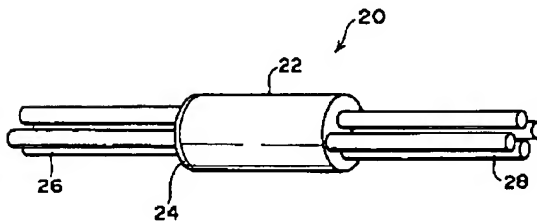
【符号の説明】

- 10、20、30 光分岐結合装置
- 12、22、32 光ミキシング部(透光性媒体)
- 14、26、36 光ファイバ(入射導光路)
- 16、28、38、40 光ファイバ(出射導光路)
- 18、24、34 光拡散部

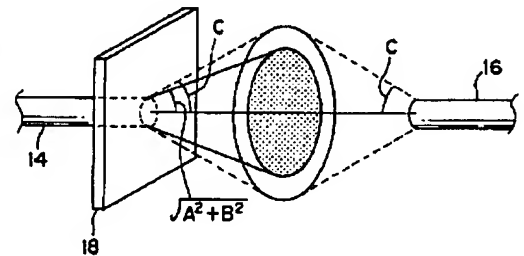
【図1】



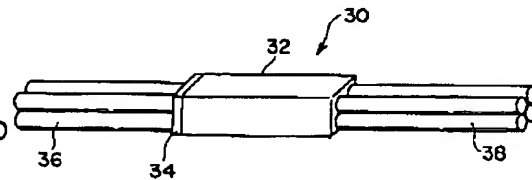
【図3】



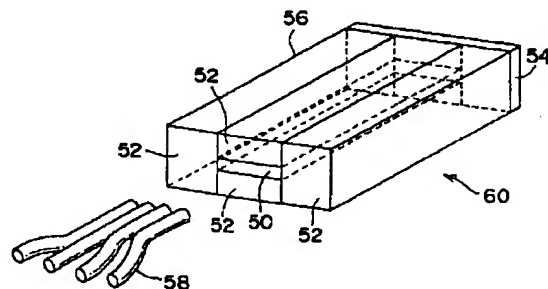
【図2】



【図4】

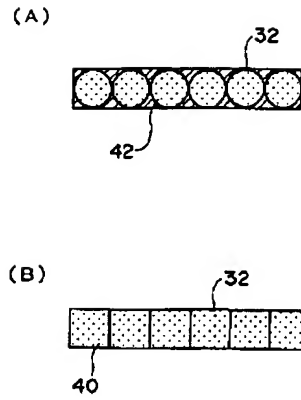


【図7】

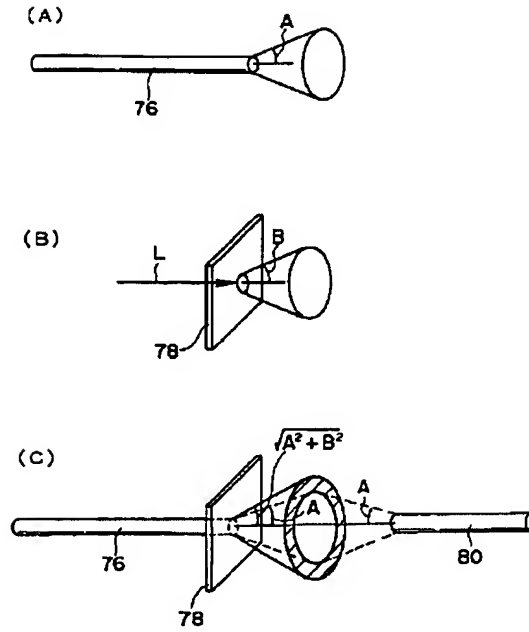


(6)

【図5】



【図6】



【図8】

